

## 1.

Halter für flache Werkstücke, insbesondere Halbleiterwafer zum  
chemisch-mechanischen Polieren

Die Erfindung bezieht sich auf einen Halter für flache Werkstücke, insbesondere Halbleiterwafer zum chemisch-mechanischen Polieren nach den Ansprüchen 1, 5 und 6.

Bei der Herstellung von Halbleiter-Chips werden die sogenannten Wafer mittels geeigneter Vorrichtungen planarisiert bzw. abgetragen. Ein bekanntes Verfahren ist das chemisch-mechanische Polieren (kurz CMP). Bei diesem Verfahren wird der Wafer unter Zuhilfenahme eines sowohl ätzenden als auch abrasiven Poliermittels auf einem Poliertuch aus Kunststoff unter rotatorischer und gegebenenfalls oszillatorischer Bewegung des Poliertuchs und des Wafers mit definierter Andruckkraft poliert. Während des Poliervorgangs fließt das Poliermittel (Slurry) auf das Poliertuch und bildet eine Schicht zwischen Tuch und Wafer. Die verwendete Slurry besteht aus einer chemisch-aggressiven Lösung, in der Partikel, wie z. B. Siliziumdioxid, in kolloidaler Suspension zugegeben werden.

Während der Bearbeitung werden die Wafer von einem Haltern oder Carrier gehalten und mit diesem gegen die Polierarbeitsfläche gedrückt. Die Halter sind mit einer Spindel einer Antriebsmaschine verbunden, die höhenverstellbar gelagert ist, um den Wafer gegen die Arbeitsfläche zu bewegen.

Es ist bekannt, die untere Haltefläche des Halters von einer Stahlplatte zu bilden, die mit Bohrungen versehen ist, um über Vakuum den Wafer während des Transports an der Halteplatte zu halten. Die Halteplatte ist über ein Universalgelenk an die Spindel der Arbeitsmaschine gekoppelt, um einen gleichmäßigen Andruck zu erzielen. Ein derartiger Halter ist etwa aus DE 100 62 497 A1 bekannt geworden. Aus DE 197 55

## 2.

975 A1 ist ferner bekannt geworden, eine Halteplatte höhenbeweglich im Halter zu führen und zwischen einem Tragabschnitt und der Halteplatte eine ringförmig geschlossene Membran anzuordnen. Der abgeschlossene Innenraum der Membran wird wahlweise mit Atmosphäre oder Vakuum bzw. einer Fluidquelle verbunden. Mit Hilfe von Druck und Vakuum wird eine Verstellung der Halteplatte relativ zum Halter vorgenommen.

Eine andere Ausbildung des Halters sieht eine Membran vor, die aus flexiblem Material unterhalb des Halters angeordnet ist. Die Membran überträgt den Anpreßdruck auf den aufgenommenen Wafer. Aus US 5,964,653 ist auch bekannt geworden, mit Hilfe einer Halteplatte und einer an der Unterseite der Halteplatte angebrachten Membran drei Kammern zu bilden, und zwar eine mittige kreisförmige Kammer und zwei ringförmige konzentrisch um die mittige Kammer angeordnete Kammern, die jeweils mit einem Kanal in der Spindel in Verbindung stehen. Über einen Drehverteiler wird eine Fluidquelle unter Druck mit den drei Kanälen verbunden, um den Anpreßdruck auf den Wafer zu steuern. Auch hierbei ist der Halter über ein Universalgelenk an die Antriebsspindel der Antriebsmaschine gekoppelt. Ein ähnliches System ist aus WO 02/004172 A3 bekannt geworden. Es verwendet zwei übereinander angeordnete Membranen, zwischen denen ein unterschiedlicher Druck auf drei Kammern aufgebracht wird, die oberhalb der Anpreßfläche gebildet sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Halter für flache Werkstücke, insbesondere zum chemisch-mechanischen Polieren von Halbleiterwafern zu schaffen, mit dem auf einfache Weise eine Anpassung an das gewünschte Abtragprofil des Wafers erzielt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche 1, 5 und 6 gelöst.

## 3.

Der erfindungsgemäße Halter nach Patentanspruch 1 sieht an der Unterseite einer Halteplatte eine relativ dünne flexible Membran vor, die mit der Unterseite der Halteplatte eine Vielzahl von konzentrischen Ringkammern bildet. In dem Gehäuse des Halters ist entsprechend der Anzahl der Ringkammern eine Anzahl von Schaltventilen angeordnet, die alle gemeinsam mit einem Kanal in der Spindel verbunden sind. Der Kanal in der Spindel ist im oberen Bereich mit einem sogenannten Drehverteiler verbunden, d. h. mit einer stationären Zufuhr von Fluid unter Druck. Wahlweise ist ein Anschluß an Vakuum möglich. Mit Hilfe der Schaltventile ist es möglich, auf eine hohe Anzahl von Ringkammern individuelle Drücke zu schalten, je nach gewünschtem Profil, das von der Waferoberfläche abgetragen werden soll. Es ist zwar denkbar, anstelle der Schaltventile Proportionalventile vorzusehen, damit zum gleichen Zeitpunkt unterschiedliche Drücke auf die Ringkammern gegeben werden. Es ist jedoch wegen ihrer Baugröße nicht möglich, eine Mehrzahl von Proportionalventilen im Gehäuse des Halters oder Carriers unterzubringen. Das Gehäuse ist in seinen Abmessungen naturgemäß begrenzt. Die Zufuhr zu den Schaltventilen benötigt daher nur einen Kanal in der Spindel, wobei der Druck in den Ringkammern nacheinander eingestellt wird, was eine gewisse Zeit erfordert.

Alternativ ist im übrigen auch denkbar, pro Ringkammer eine Zuführung über die Antriebsspindel vorzusehen, wobei die Zuführungen in der Antriebsspindel mit einem Drehverteiler in Verbindung stehen und über Proportionalventile in einer stationären Anordnung angesteuert werden. Auf diese Weise ist es möglich, das Druckprofil über die Ringkammern zeitparallel einzustellen. Der Aufwand für die Antriebsspindel mit dem Drehverteiler ist erheblich. Außerdem erfordert jeder Halter je nach Aufbau eine spezielle Antriebsspindel.

## 4.

Zur Ansteuerung der Schaltventile im Halter sind elektrische Signale erforderlich. Sie werden von außen über eine Schleifringanordnung in das Innere des Gehäuses übertragen.

Nach einer Ausgestaltung der Erfindung weist die Halteplatte ein Verteilkanalsystem auf, das über vertikale Bohrungen mit den Ringkammern in Verbindung steht. Die Schaltventile können unmittelbar auf der Oberseite der Halteplatte angebracht und mit dem Verteilkanalsystem verbunden werden, so daß Übertragungsleitungen oder Schläuche entfallen. Es ist auch denkbar, den Kanal in der Antriebsspindel bis in die Halteplatte hineinzuführen, wenn die Antriebsspindel unmittelbar mit der Oberseite der Halteplatte in Verbindung steht. In diesem Fall kann die Zufuhr des Druckmediums zu den Schaltventilen ohne Leitungen auskommen.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind im Gehäuse Drucksensoren angeordnet, die mit den Ringkammern verbunden sind und deren Ausgang mittels einer Sensorleitung über die Drehübertragungsvorrichtung nach außerhalb geführt ist. Die Drucksensoren sind z. B. Druckschalter, die auf einen vorgegebenen Wert eingestellt sind und anzeigen, ob der eingestellte Wert erreicht bzw. überschritten wird. Somit kann der Druck in den einzelnen Ringkammern ständig überwacht werden. Außerdem ist es möglich, Schäden in der Membran zu erfassen. Um die Drehübertragungsvorrichtung klein zu halten, können sämtliche Ausgänge der Drucksensoren auf die Ausgangsleitungen gelegt werden. Da, wie erwähnt, die einzelnen Ringkammern seriell mit Druck versorgt werden, kann der von den Drucksensoren erzeugte Signalwert synchron erfaßt werden, so daß der ermittelte Druck jeweils für die Druckkammer gilt, deren Schaltventil gerade aufgesteuert wurde. Werden als Drucksensoren Druckschalter verwendet, können sie nur dann abgefragt werden, wenn in allen Kammern ein Druck größer als der Schaltdruck für

## 5.

die Druckschalter vorliegt. Hierdurch ist eine Permanentüberwachung jeder einzelnen Ringkammer allerdings nicht mehr möglich.

Es ist denkbar, den Rotor eines Schleifringübertragers an der Antriebsspindel und den Stator an einem Lagergehäuse für die Spindel anzubringen. Eine andere Ausgestaltung der Erfindung sieht hierzu vor, daß die Deckenwand des Gehäuses entgegen herkömmlichen Ausführungen stationär ist. An der Unterseite der stationären Deckenwand ist ein Stator einer Schleifringanordnung angebracht. An der Spindel oder einem Lagerzapfen der Antriebsspindel, der mit der Halteplatte verbunden ist, ist an der Außenseite ein Rotor der Schleifringanordnung angebracht. Die Schleifringe stehen über Steuerleitungen mit den Schaltventilen bzw. den Signalausgängen der Drucksensoren in Verbindung. Die Schleifringanordnung ist geschützt innerhalb des Haltergehäuses angeordnet und es ist nicht erforderlich, eine Mehrzahl elektrischer Leitungen über ein Kabel durch die Spindel hindurch in das Innere des Gehäuses hineinzuführen.

Bei der Lösung nach Patentanspruch 5 ist an der Unterseite der Halteplatte eine Vielzahl von ringförmigen konzentrisch zur Spindelachse angeordneten flachen Ausnehmungen vorgesehen, die vorzugsweise flach konkav geformt bzw. ausgekehlt sind. Sie sind über eine Druckverteilungsvorrichtung im Innern des Gehäuses des Halters oder über die Antriebsspindel mit einer Druckquelle oder mit Vakuum wahlweise verbindbar. Es wurde eingangs bereits ausgeführt, daß Halter für Wafer diese auch transportieren müssen, was normalerweise durch Unterdruck geschieht. Der Unterdruck kann unmittelbar über Löcher in der Membran oder der Halteplatte auf den Wafer übertragen werden. Bei der Erfindung wird mit Hilfe der flexiblen Membran ein Saugeffekt erzeugt, wobei je nach Ansteuerung nur eine Ringkammer oder bestimmte Ringkammern mit Vakuum beaufschlagt werden, um

## 6.

einen Saugeffekt auf den Wafer auszuüben. Die Ringkammern sind ziemlich flach, höchstens 1 bis 2 mm tief.

Bei der erfindungsgemäßen Lösung nach Patentanspruch 6 ist der Außendurchmesser der Membran, die an der Unterseite der Halteplatte gehalten ist, größer als der des Werkstücks bzw. der Innendurchmesser des Rückhalterings. Um während des Polierens ein Verrutschen des Wafers relativ zum Halter zu vermeiden, ist bekannt, den Halter mit einem sogenannten Rückhaltering zu versehen, dessen Innendurchmesser annähernd gleich dem Außendurchmesser des Wafers ist. Es ist auch bekannt, den Rückhaltering relativ zum Halter höhenverstellbar auszuführen und eine geeignete Verstellvorrichtung vorzusehen, beispielsweise eine Rollmembran oder dergleichen, mit der der Rückhaltering mit mehr oder weniger Druck gegen das Poliertuch angedrückt wird, wenn mit Hilfe des Halters der Wafer gegen die Arbeitsfläche gedrückt wird. Bei der erfindungsgemäßen Ausführung bildet der äußere Rand der Membran zusammen mit der Halteplatte eine Druckkammer, die oberhalb des unteren Abschnitts des Rückhalterings angeordnet ist und mit der ein Druck in gewünschter Höhe auf den Rückhaltering oder einen anderen in diesem Bereich angeordneten Ring ausübt, um einen spezifischen Druck auf das Poliertuch aufzubringen. Der Wafer wird beim Polieren um einen bestimmten Betrag in das Poliertuch eingedrückt. Daher ist ein stärkerer Abtrag im Randbereich des Wafers kaum zu vermeiden, wenn keine Gegenmaßnahme ergriffen wird. Mit Hilfe der äußeren Ringkammer wird nun erreicht, daß das Poliertuch in dem Bereich, der dem Rand des Wafers benachbart ist, um ein gewünschtes Maß herabgedrückt wird. Wird das Poliertuch stärker heruntergedrückt, findet nur eine sehr schwache oder gar keine Abtragung im Randbereich des Wafers statt. Die Stärke des Abtrags im Randbereich des Wafers kann daher mit Hilfe der äußeren Ringkammer der Membran auf einen gewünschten Wert eingestellt werden.

## 7.

Es ist bekannt, während des Polierprozesses den Halter mit dem aufgenommenen Wafer zunächst über eine sogenannte elektrische Achse auf einen unteren Punkt oberhalb der Arbeitsfläche zu fahren, so daß der Wafer sich in einem äußerst geringen Abstand zur Oberfläche des Poliertuchs befindet, beispielsweise in einem Abstand von weniger als 1 mm. Bei dem Anfahren an einen solchen Endpunkt ist das vertikale oder axiale Spiel der Spindel zu berücksichtigen, das naturgemäß nicht Null ist. Darüber hinaus erfährt das Poliertuch während des Polierprozesses durch Verschleiß nach einer gewissen Zeit an Höhe, so daß der Abstand zwischen Unterseite Wafer und Oberseite Poliertuch mit der Zeit größer wird und der Wafer einen größeren Hub zurücklegen muß, um gegen die Arbeitsfläche gedrückt zu werden. Unabhängig von diesen Größen soll der An?druck auf das Poliertuch einen gewünschten Wert annehmen. Hierzu sieht eine Ausgestaltung der Erfindung vor, daß die Membran an der Oberseite mehrere ringförmige zur Spindelachse konzentrische Faltenbälge aufweist, die an der Unterseite der Halteplatte festgelegt sind und die maximale Größe des Hubs der Membran beim Druck in den Ringkammern vorgeben. Die Faltenbälge ermöglichen einen relativ großen Hub der Membran, so daß der mit Hilfe der Membran erzeugte Hub in jedem Falle größer ist als die maximale vertikale Toleranz der Antriebsspindel und der maximale zulässige Abtrag der Arbeitsoberfläche zusammen genommen. Mit Hilfe einer derartigen Ausführung läßt sich daher eine wegunabhängige Polierkraft in einem großen Hubbereich realisieren.

Die ringförmigen Faltenbälge können als ringförmige Erhebungen, die an der Oberseite einen ringförmigen Schlitz aufweisen, zugleich zur Befestigung der Membran an der Halteplatte dienen, indem die Faltenbälge bzw. Erhebungen in ringförmigen Ausnehmungen auf der Unterseite der Halteplatte aufgenommen werden. Die Erhebungen oder Faltenbälge nehmen Klemmringe auf, die in Umfangsabständen nach oben ragende Vorsprünge aufweisen, die sich durch den

## 8.

Schlitz nach oben erstrecken und mittels Schrauben in der Halteplatte gegen den Boden der ringförmigen Ausnehmung gezogen werden. Dadurch sind die Faltenbälge an der Halteplatte festgelegt. Außerdem dienen die Klemmringe dazu, die Schlitzte abzudichten und die Ringkammern voneinander zu trennen. Dabei bilden die Faltenbälge bzw. die ringförmigen Erhebungen im Innern eine erste Art von Ringkammern und zwischen benachbarten Erhebungen eine zweite Art von Ringkammern, die jeweils über mindestens eine vertikale Bohrung mit der Druckverteilvorrichtung verbunden sind.

Nach einer anderen Ausgestaltung der Erfindung besteht die Halteplatte aus drei übereinander angeordneten Einzelplatten, von denen die untere die Membran hält und zwischen der mittleren und der oberen Einzelplatte ein Verteilkanalsystem gebildet ist, das zum einen mit den einzelnen Ringkammern der Membran und über vertikale Bohrungen in der oberen Einzelplatte mit dem Druckverteilsystem bzw. den Schaltventilen verbunden ist.

Obere und mittlere Einzelplatte können unmittelbar mit der Spindel bzw. einem Spindelzapfen über eine Schraubverbindung verbunden sein, während die untere Einzelplatte mit mindestens einem auf der oberen Einzelplatte sitzenden Block verschraubt und mit aufgenommener Membran separat lösbar ist. Da die Membran ein Verschleißteil ist, braucht lediglich die untere Einzelplatte gelöst zu werden, um die Membran auszutauschen. Dabei ist es möglich, durch entsprechende Löcher in dem Deckenabschnitt des Gehäuses die Schrauben zu betätigen, die durch jeweils einen Block geführt sind zwecks Verschraubung mit einer Gewindebohrung der unteren Einzelplatte. Da der untere radiale Abschnitt des Rückhalterings üblicherweise unter der Halteplatte angeordnet bzw. im Erfindungsfall auch unterhalb des äußeren Randes der Membran, ist es vorteilhaft, wenn der Haltering für den Rückhaltering als separat abschraubbares ringförmiges Bauteil ausgebildet



## 9.

ist, das zunächst entfernt wird, wenn die untere Einzelplatte gelöst werden soll. Die beschriebenen Blöcke, die mit der oberen Einzelplatte verschraubt sind, können auch zur Halterung der Gehäuse der Drucksensoren dienen, wobei vertikale Bohrungen in den Halteblöcken zugleich Kanäle bilden zur Verbindung der Drucksensoren mit dem Verteilkanalsystem in der oberen und mittleren Einzelplatte. Somit wird auch für die Drucksensoren eine Leitungs- oder Schlauchverbindung zu den einzelnen Ringkammern überflüssig.

Eine andere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß die Membran mittig ein Loch aufweist, das über eine Bohrung in der Halteplatte mit einem weiteren Kanal in der Spindel verbunden ist, wobei der weitere Kanal wahlweise mit einer Druck- oder Vakuumquelle verbindbar ist. Durch Aufbringen eines Vakuums kann festgestellt werden, ob an der Membran ein Wafer anliegt. Mithin ist eine Kontrolle erhalten darüber, ob nach einem Aufnahmevorgang ein Wafer auch tatsächlich aufgenommen worden ist. Während des Polierbetriebs wird auf die mittige Bohrung ein gewisser Druck aufgebracht, der verhindert, daß es im Bereich des Loches zu keinem Abtrag kommt. Der Fluiddruck kompensiert mithin das Fehlen der Membran im Bereich des Loches.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Halters ist es möglich, nach Vermessen der Oberfläche eines Wafers entsprechend der Messung ein Polier- bzw. Abtragprofil einzustellen. Es ist bekannt, während des Poliervorgangs die Schichtdicke der polierten Schicht zu vermessen. Es ist daher bei der Erfindung möglich, das Polier- und Abtragprofil nachzuregeln. Bei den unterschiedlichen Bearbeitungsprozessen von Wafern ergeben sich naturgemäß verschiedene Waferoberflächen und somit Anforderungen an das Abtragprofil. Auch hier kann bei der Erfindung eine geeignete Anpassung vorgenommen werden.

10.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch einen schematisch dargestellten Halter nach der Erfindung.

Fig. 2 zeigt einen Teil des Halters nach der Erfindung unmittelbar vor einem Polierprozeß auf einem Polierteller.

Fig. 3 zeigt eine ähnliche Darstellung wie Fig. 2 mit Anlage eines aufgenommenen Wafers an der Arbeitsoberfläche.

Fig. 4 zeigt das Andrücken des Wafers gegen die Arbeitsoberfläche, wobei der Rückhaltering eine erste Position einnimmt.

Fig. 5 zeigt eine ähnliche Darstellung wie Fig. 4, wobei der Rückhaltering eine zweite Position einnimmt.

Fig. 6 zeigt einen Schnitt durch einen Halter nach der Erfindung mit sämtlichen Einzelheiten.

Fig. 7 zeigt eine ähnliche Darstellung wie Fig. 6, wobei jedoch einige Einzelheiten weggelassen sind.

Fig. 8 zeigt die Draufsicht auf den Halter nach den Fign. 6 und 7 mit entferntem Deckenabschnitt.

Fig. 9 zeigt eine ähnliche Darstellung wie Fig. 7, jedoch mit demontierten Bauteilen.

11.

Fig. 10 zeigt die Membran des Halters nach den Fign. 6 bis 9.

Fig. 11 zeigt vergrößert eine Einzelheit des Halters nach Fig. 6 oder 7 im Randbereich.

In Fig. 1 ist ein Halter 10 für Halbleiterwafer schematisch dargestellt. Er weist ein Gehäuse auf mit einem ringförmigen Wandabschnitt 12, einem scheibenförmigen Deckenabschnitt 14 und einer Halteplatte 16 im unteren Bereich des Gehäuses, die aus einer unteren Platte 18 und einer oberen Platte 20 besteht, die übereinander angeordnet und fest miteinander verbindbar sind. Eine Antriebsspindel 22 ist zwecks Rotation und gegebenenfalls linear horizontaler Bewegung mit einer geeigneten Antriebsvorrichtung (nicht gezeigt) verbunden und über den Deckenabschnitt 14 in das Innere des Gehäuses des Halters 10 hineingeführt und mit der oberen Platte 20 fest verbunden. Der Deckenabschnitt 14 ist stationär, wie bei 24 angedeutet. Hierauf wird weiter unten noch eingegangen.

Ein Haltering 26 ist mit einem nach innen gezogenen Abschnitt auf der Innenseite des Wandabschnitts 12 angeordnet, und zwischen diesem Abschnitt und einem Absatz des Wandabschnitts 12 ist ein Balg 28 angeordnet. Der Haltering 26 ist von einer Feder 30 nach oben gegen den Balg 28 vorgespannt. Der Haltering 26 hält an seiner Unterseite einen Rückhaltering 32, der radial nach innen erstreckt ist und sich unterhalb eines Abschnitts der unteren Platte 18 erstreckt.

Die untere Platte 18 weist an der Unterseite sechs konzentrische zur Spindelachse angeordnete ringförmige flache Vertiefungen unterschiedlicher Breite auf. Die im Schnitt linsenartigen Vertiefungen sind relativ flach und haben z. B. eine maximale Tiefe von 1 bis 1,5 mm. An der Unterseite der unteren Platte 18 ist eine kreisförmige

## 12.

Membran 36 angeordnet. Durch eine geeignete Ausführung und Ausnehmungen in der Platte 18 werden Stege 38 der Membran 36, die an der Oberseite Flansche 40 bilden, an die Platte 18 angebunden. Dadurch ist die Membran an der unteren Platte 18 gehalten. Die Vertiefungen 34 und die Membran 36 bilden auf diese Weise sechs ringförmige Kammern MK1 bis MK6. Jede Kammer MK1 bis MK6 ist über mindestens eine vertikale Bohrung 42 in den Platten 18 und 20 mit einem Schaltventil 44 im Gehäuse des Halters 10 verbunden. In Fig. 1 sind die Schaltventile 44 lediglich symbolhaft angedeutet.

Ein erster axialer Kanal 46 ist in der Spindel 22 über einen Drehanschluß 48 mit einer stationären Leitung 50 in Verbindung, die mit einer nicht gezeigten geregelten Druckquelle oder wahlweise mit Vakuum verbindbar ist. Der Kanal 46 ist im Inneren des Gehäuses des Halters 10 herausgeführt und mit einer Leitung 52 verbunden, die mit sämtlichen Eingängen der Schaltventile 44 verbunden ist. Der Druck, der in der Leitung 50 herrscht, wird auf diejenige Kammer MK1 bis MK6 übertragen, deren Schaltventil 44 geöffnet ist. Auf diese Weise ist es möglich, nach und nach in den einzelnen Kammer MK1 bis MK6 einen gewünschten Druck aufzubauen. Die Ansteuerung der Schaltventile 44 erfolgt über einen Drehübertrager 54, etwa über Schleifringe. Ein Rotor 56 des Drehübertragers 54 ist fest mit der Spindel 22 verbunden und zwei Statorabschnitte 58 wirken mit dem Rotor 56 zusammen. Im vorliegenden Fall wirken jeweils zwei Mal 5 Bürsten mit zehn Schleifringen zusammen, wobei acht Schleifringe für die Ansteuerung der sieben Schaltventile 54 benötigt werden. Der elektrische Anschluß des Stators 58, der mit dem Deckenabschnitt 14 verbunden ist, ist hier nicht dargestellt. Im vorliegenden Fall sind zwei Kabel erforderlich, die über eine entsprechende Durchführung im Deckenabschnitt 14 zu den Statorabschnitten 58 geführt werden. Falls ein einziger Stator vorgesehen wird, genügt ein einziges Kabel.

## 13.

In Fig. 1 ist ferner zu erkennen, daß an der Unterseite der Membran 36 ein Halbleiterwafer 60 anliegt. Er wird in seiner seitlichen Lage durch den Rückhaltering 32 begrenzt, dessen Innendurchmesser minimal größer ist als der Außendurchmesser des Wafers 60. Man erkennt in Fig. 1 ferner, daß der Durchmesser der Membran 36 größer ist als der Durchmesser des Wafers 60 und sich mit einem zurückversetzten Abschnitt über einen Teil des Rückhalterings 32 erstreckt. Somit ist oberhalb des Rückhalterings 32 eine weitere Kammer MK7 gebildet, die über einen Kanal 62 ebenfalls mit einem Schaltventil 44 in Verbindung steht.

In einem anderen Teil des Gehäuses des Halters 14 sind sieben Drucksensoren 64 angeordnet, die über vertikale Bohrungen 66 mit den Druckkammern MK1 bis MK7 verbunden sind. Die Drucksensoren 64 ermitteln den Druck in den Druckkammern MK1 bis MK7. Die Signalausgänge der Drucksensoren 64 sind über den Schleifringübertrager 54 mit einer äußeren Steuervorrichtung (nicht gezeigt) in Verbindung, welche die Signale auswertet. Es kann daher festgestellt werden, ob in den Kammern MK1 bis MK7 der gewünschte Druck herrscht. Ggf. kann dann nachgeregelt werden. Außerdem kann mit Hilfe der Drucksensoren festgestellt werden, ob die Membran 36 einwandfrei arbeitet. Es ist zwar möglich, jeweils einzelne Leitungen von den Drucksensoren 64 über den Drehübertrager 54 nach außen zu führen. Dies würde jedoch insgesamt acht Leitungen erforderlich machen. Im vorliegenden Fall sind nur noch zwei Schleifringe zur Verfügung. Daher werden sämtliche Signale der Drucksensoren 64 über die beiden Leitungen nach außen übertragen. Da jedoch die Druckkammern MK1 bis MK7 ebenfalls nur zeitlich nacheinander mit Druck versorgt werden können, wenn ein unterschiedlicher Druck gewünscht wird, reicht es aus, diesen Druck zeitgleich über die Drucksensoren 64 zu messen.

14.

In der Spindel 22 ist ein zweiter Kanal 64 vorgesehen, der über den Drehanschluß 48 mit einer Leitung 66 verbunden ist, die ebenfalls mit einer Druckquelle in Verbindung bringbar ist. Innerhalb des Gehäuses ist der Kanal 64 mit dem Balg 28 verbunden. Daher kann der Rückhaltering 32 mit Hilfe des Balgs 28 in der Höhe verstellt werden.

In Fig. 1 ist ferner zu erkennen, daß die Membran 36 mittig ein Loch 68 aufweist, das über vertikale Bohrungen in den Platten 18, 20 mit einem dritten Kanal 70 in der Spindel 22 in Verbindung steht. Über den Drehanschluß 48 ist der Kanal 70 mit einer Leitung 72 verbunden, die zu einer Druckquelle oder wahlweise zu einer Vakuumquelle führt. Die untere Platte 18 ist oberhalb des Loches bei 74 kegelabschnittförmig vertieft. Die Vertiefung ist mit den vertikalen Bohrungen verbunden. Im Fall von Vakuum kann daher am Loch 68 ein Unterdruck erzeugt werden. Dadurch kann festgestellt werden, ob ein Wafer 60 vom Halter 10 aufgenommen ist. Im Polierfall wird Druck auf das Loch 68 gegeben, um das Fehlen der Membran 36 in diesem Bereich zu kompensieren.

Nachfolgend soll die Wirkungsweise des Halters nach Fig. 1 in Verbindung mit den Fign. 2 bis 5 erläutert werden.

Wird der Halter 10 auf einen bereitliegenden Wafer abgesenkt, wobei der Wafer 60 zentriert innerhalb des Rückhalterings 32 liegt, wird über die Leitung 50 und die Schaltventile 44 an allen oder bestimmten Ringkammern MK1 bis MK6 ein Unterdruck erzeugt, so daß der Wafer 60 durch einen Saugeffekt gehalten wird, weil die Membran 36 sich ganz oder teilweise in die flachen Vertiefungen 34 hineinwölbt. Hierbei drückt die Feder 30 den Rückhaltering 32 in seine oberste Position, und der Balg 28 ist drucklos. Der Halter 10 transportiert den Wafer 60 zu einem Polierteller, der in den Fign. 2 bis 5 bei 74 angedeutet ist. Er trägt ein

## 15.

Poliertuch 76 und wird um eine nicht gezeigte Achse drehend angetrieben, wie an sich bekannt. Oberhalb des Poliertellers 74 wird der Halter 10 über die Spindel 22 auf einen Punkt kurz oberhalb der Oberseite des Poliertuches 76 abgesenkt, beispielsweise in einem Abstand von 1 mm oder weniger. Dies ist in Fig. 2 bezüglich des Wafers 60 angedeutet. Im Anschluß daran wird über die Leitung 72 der Balg 28 mit Druck versorgt, der für eine Verstellung des Rückhalterings 32 in Anlage an das Poliertuch 26 sorgt. Es sei erwähnt, daß hierbei sowohl der Polierteller 74 als auch der Halter 10 in Drehung versetzt sind. Durch Druckbeaufschlagung der Kammern im MK1 bis MK6 wird nunmehr die Membran 36 nach unten bewegt, wobei entsprechend der Druckverteilung in den einzelnen Kammern ein entsprechendes Druckprofil auf den Wafer 60 wirkt, zwecks Erzielung eines unterschiedlichen Abtrags des Wafers 60. Wie schon erwähnt, wird der Druck in den Kammern MK1 bis MK6 nach und nach aufgebaut, da er nur über eine einzige Leitung 50 zugeführt wird und diese mit einer regelbaren Druckquelle verbunden ist, beispielsweise einem Proportionalventil. Mit Hilfe der Drucksensoren 64 läßt sich feststellen, ob der jeweils vorgegebene Druck auch tatsächlich erreicht wurde.

Aus Fig. 4 ist zu erkennen, daß der Wafer 60 bei entsprechendem Druck um einen kleinen Betrag in nach Poliertuch 76 eingedrückt wird. Verbleibt der Rückhaltering 32 in der angedeuteten Position, kommt es zu einem vermehrten Abtrag am Rand des Wafers 60. Dies mag erwünscht sein oder auch nicht. Will man den vermehrten Abtrag vermeiden oder sogar einen verringerten Abtrag am Rand erreichen, wird, wie in Fig. 5 dargestellt, in der Kammer MK7 ein entsprechender Druck erzeugt, wodurch der Rückhaltering 32 das Poliertuch 76 um einen bestimmten Betrag komprimiert und dadurch das Poliertuch von dem äußeren Rand des Wafers 60 fortbewegt.

## 16.

Nach Beendigung des Poliervorgangs werden die Kammern MK1 bis MK7 drucklos geschaltet und anschließend bestimmte Kammern MK1 bis MK6 unter Vakuum gesetzt, um den Wafer von dem Polierteller 74 abzuheben. Bei diesem Vorgang und auch beim Transport zum Polierteller ist am Loch 68 der Membran 36 über die Leitung 66 ein Vakuum angelegt, über das geprüft wird, ob der Wafer auch tatsächlich am Halter 10 anliegt. Während des Poliervorgangs hingegen ist am Loch 68 ein geringer Überdruck erzeugt, wodurch verhindert wird, daß ein verringerter Abtrag am Wafer 60 stattfindet.

Bevor mit Hilfe des beschriebenen Halters ein Wafer einem Polierprozeß unterworfen wird, muß der Wafer von einer Aufnahmeposition aufgenommen werden. Hierbei sind häufig Vorder- und Rückseite des Wafers mit Slurry und/oder Wasser benetzt. Zum Aufnehmen des Wafers werden folgende Schritte durchgeführt:

Über die nicht gezeigte Steuervorrichtung wird die innere Ringkammer MK1 mit einem vorgegebenen Druck befüllt. Es wird abgewartet, bis über den zugeordneten Drucksensor eine Rückmeldung erfolgt.

Danach steuert die Steuervorrichtung die Schaltventile 44 derart, daß nacheinander zeitverzögert die Ringkammern MK1 bis MK6, also von innen nach außen, mit einem vorgegebenen Druck befüllt werden. Dadurch wird auf der Waferoberfläche stehende Flüssigkeit nach außen verdrängt.

Nach dem Befüllen der äußeren Ringkammer MK6 werden alle Ringkammern MK1 bis MK6 drucklos geschaltet. Darüber hinaus wird an das Loch MK0 bzw. 68 Vakuum angelegt.

Nach einer entsprechenden Verzögerungszeit werden die Membrankammern MK2, MK3 und MK4 mit Vakuum beaufschlagt, damit der Wafer an der Membran 36 anhaftet.

Nach einer erneuten Verzögerung hebt der Halter den Wafer aus der Aufnahmeposition ab und transportiert ihn zur Poliervorrichtung.



## 17.

Anhand der Fig. 6 bis 9 wird ein detaillierterer Aufbau eines Halters beschrieben, wobei gleiche Teile wie in den Fig. 1 bis 5 mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, obwohl sie konstruktiv nicht völlig gleich ausgeführt sind.

In Fig. 7 und 9 ist zu erkennen, daß die Spindel 22 in einem Gehäuse 80 gelagert ist. Es ist ferner zu erkennen, daß der Deckenabschnitt 14 des Halters 10 fest mit dem Gehäuse 80 verbunden ist, daher mit den übrigen Teilen des Halters 10 nicht rotiert. Mit der Spindel 22 ist ein Zapfen 82 fest verschraubt, der mittels Rollenlager 84 im Gehäuse 80 drehbar gelagert ist und sich nach unten erstreckt. Auf dem Zapfen 82 sitzt der Rotor 56 der Schleifringanordnung 54, was besonders gut in den Fig. 7 und 9 erkennbar ist. In den letzteren Figuren ist der Stator, der mit dem Deckenabschnitt 14 verbunden ist, nicht gezeigt. Die Schleifringanordnung 54 befindet sich innerhalb einer Schale 86, durch welche verhindert wird, daß Abrieb aus der Schleifringanordnung 54 sich innerhalb des Gehäuses des Halters 10 verteilt.

In den Fig. 6 bis 9 ist zu erkennen, daß die Halteplatte 16 nach Fig. 1 sich aus drei Einzelplatten 88, 90 und 100 zusammensetzt. Die Platten 90, 100 sind miteinander verschraubt, wie bei 102 angedeutet. Sie bilden zusammen ein Verteilkanalsystem, auf das weiter unten noch eingegangen wird. Wie aus Fig. 6 zu ersehen, ist die Einheit aus den Platten 90 und 100 mit dem Zapfen 82 verschraubt. Eine der Schrauben ist in Fig. 6 mit 92 bezeichnet. Mit Hilfe von Schrauben 94 sind an der Oberseite der oberen Einzelplatte 100 zwei aufrechte Blöcke 96 befestigt (auch in Fig. 8 zu erkennen). Sie sind im Schnitt annähernd trapezförmig. Die Blöcke 96 dienen zur Anbringung von Drucksensoren, die in Fig. 8 mit 98 bezeichnet sind. Es sind insgesamt sieben Drucksensoren 98 entsprechend den Drucksensoren 64 nach Fig. 1 angebracht, wobei bis auf den Drucksensor 98 in Fig. oben rechts jeweils zwei übereinander angeordnet sind. In den Blöcken 96 sind vertikale Kanäle (in Fig. 8 nur

18.

gestrichelt angedeutet) geformt, die mit dem Eingang der Drucksensoren 98 verbunden sind und die nach unten zu der Platteneinheit 90, 100 gehen zu einem Teil des nicht weiter dargestellten Verteilkanalsystems, um mit den Ringkammern (in Fig. 1 MK1 bis MK7) verbunden zu werden. Die elektrischen Ausgänge 106 der Drucksensoren 98 gehen zur Schleifringanordnung 54, wobei sie alle zusammengeschaltet sind, so daß lediglich zwei Schleifringe der Schleifringanordnung 54 durch sie belegt sind.

In Fig. 8 ist ferner zu erkennen, daß sieben Schaltventile 108 auf der oberen Einzelplatte 100 befestigt sind. Sowohl Ein- als auch Ausgang der Schaltventile 108 sind mit dem Verteilkanalsystem zwischen den Platten 100 und 90 verbunden, so daß sie, wie in Fig. 1 angedeutet, mit einer Druck- oder Vakuumquelle verbunden werden können.

Die Platte 90 hat einen nach oben stehenden axialen Bund, der durch eine Öffnung der oberen Platte 100 hindurch erstreckt ist und der eine Bohrung 110 aufweist.

An der Unterseite der unteren Platte 88 ist die Membran 36 befestigt. Die Membran 36 ist besser in Fig. 10 zu erkennen. Die Membran 36 hat einen dünnen flachen Abschnitt 112, der am Rand faltenbalgähnlich ausgebildet ist, wie bei 114 dargestellt. An die Oberseite des flachen Abschnitts 112 sind drei ringförmige Faltenbälge 114a angeformt, die konzentrisch zur Achse der Spindel 22 angeordnet sind. Sie weisen im oberen Abschnitt einen ringförmigen Schlitz 116 auf. In Verbindung mit den Fign. 6 bis 9 ist zu erkennen, daß der Außendurchmesser des flachen Abschnitts 112 geringfügig kleiner ist als der Innendurchmesser des Rückhalterings 32. Zwischen dem Faltenbalgrand 114 und dem äußeren ringförmigen Faltenbalg 114 ist eine ringförmige Falte 118 angeformt. Die

19.

Anbringung der Membran 36 an der unteren Platte 88 ist am besten in Fig. 11 zu erkennen.

Die unteren Platte 88 weist drei ringförmige konzentrische Ausnehmungen 120 auf, welche die ringförmigen Faltenbälge 114a aufnehmen. Die ringförmigen Faltenbälge 114a nehmen ihrerseits Ringleisten 122 auf, die im Schnitt umgekehrt T-förmig ausgebildet sind und über die Schlitze 116 eingeführt werden. In Umfangsabständen ist der obere Abschnitt der Ringleisten 122 in der unteren Platte 88 verschraubt, wie bei 124 in den Fign. 7 und 9 zu erkennen. Der obere Abschnitt weist außerdem in Umfangsabständen eine vertikale Bohrung 126 auf, die unten in einer ringförmigen Auskehlung 128 der Ringleiste 122 mündet. Nach oben ist die Bohrung 126 zu einer Bohrung 130 in der unteren Platte 88 ausgerichtet, die ihrerseits mit dem nicht im einzelnen dargestellten Verteilkanalsystem der Platten 90, 100 in Verbindung steht, um wahlweise Druck oder Vakuum an die Bohrung 126 anzulegen. Dadurch teilt sich dieser Zustand auch dem Inneren des Faltenbalgs 114a mit. Durch die Ringleiste 122 ist eine ausreichende Abdichtung gegenüber der Platte 88 erzielt.

Am Rand der Platte 88 ist eine etwas größere ringförmige Ausnehmung 132 geformt, welche sowohl den Faltenbalgrand 114 als auch die Ringfalte 118 aufnimmt. Eine erste im Schnitt L-förmige Ringleiste 134 unterfaßt die Falte 118. Sie ist durch nicht gezeigte Schrauben gegen den Boden der Ausnehmung 132 anpreßbar. Zwischen der Falte 118 und dem Faltenbalgrand 114 sitzt ein im Schnitt umgekehrt L-förmiger Ring 136, der von dem Ring 134 gegen den Boden der Ausnehmung 132 angepreßt wird und dadurch den Faltenbalgrand 114 klemmend festlegt. Auf diese Weise ist zwischen dem ringförmigen Faltenbalg 114a und der Falte 118 eine äußere Ringkammer gebildet, entsprechend der Ringkammer MK6 nach Fig. 1. Zwischen der Falte 118 und den Faltenbalgrand 114 ist eine äußerste Kammer gebildet, entsprechend der Kammer MK7 nach Fig. 1. Während die

20.

Kammern MK1 bis MK6 dem flachen Abschnitt 132 der Membran 36 zugekehrt sind, wirkt die äußerste Kammer MK7 auf den Rückhaltering 32. Der etwas zurückgesetzte Abschnitt der Membran 36 unterhalb der Anbindung der Falte 116 und des Faltenbalgrandes 114 ruht auf der Oberseite des Rückhalterings 32, wie besonders gut in Fig. 11 zu erkennen ist.

Die Klemmringe 122, 134 haben an der Unterseite eine Nut 135, durch welche eine Fluidverteilung über den Umfang der Ringkammer erfolgt.

Mit Hilfe der Membran 36 werden daher innerhalb der ringförmigen Faltenbälge 114a und zwischen den Faltenbälgen 114a die Ringkammern MK1 bis MK6 realisiert. Die Ringkammern zwischen den Faltenbälgen 114a sind, wie etwa in Fig. 6, 7 und 9 dargestellt, ebenfalls mit einer vertikalen Bohrung 140 verbunden, die mit dem Verteilkanalsystem der Platten 90, 100 verbunden ist.

Wie aus Fig. 9 zu erkennen, kann die Membran 36 auf die beschriebene Art und Weise mit der Platte 88 verbunden werden, bevor diese am Halter 10 montiert wird. Die Montage geschieht mit Hilfe von längeren Schraubenbolzen 142 (siehe Fig. 9), die durch eine Hülse 144 innerhalb eines Blocks 96 hindurchgeführt sind sowie durch entsprechende Öffnungen der Platten 90, 100, um in einem Gewindeloch 146 an der oberen Seite der Platte 88 verschraubt zu werden. Der Gewindeabschnitt der Schraubenbolzen 142 kann in einem Gewindeloch der oberen Platte 100 sitzen, damit diese gehalten sind. Die Betätigung der Schraubenbolzen 142 erfolgt über eine Öffnung im Deckenabschnitt 14, wie auf der linken Seite von Fig. 9 zu erkennen, wo der ein sogenannter Imbusschlüssel bei 148 angedeutet ist. Nach dem Verschrauben kann das Loch durch eine Kappe 150 verschlossen werden.

## 21.

In Fig. 9 ist ferner zu erkennen, daß Haltering 26 und Rückhaltering 32 als Einheit vormontiert und mit Hilfe von Madenschrauben 152 seitlich an einem ringförmigen Bauteil 154 befestigt werden können, das höhenbeweglich im Inneren des Gehäuses gelagert und von der Membran 28 betätigt wird. Auf diese Weise kann der Rückhaltering 32 nach unten verstellt werden, während er nach oben durch eine Feder, die in Fig. 9 nicht zu erkennen ist, nach oben vorgespannt ist. Durch einfaches Entfernen von Haltering 26 und Rückhaltering 32 und durch einfaches Abschrauben der unteren Platte 98 kann daher die Membran 36 leicht ausgewechselt werden. Die Membran 36 ist ein Verschleißteil und muß von Zeit zu Zeit ersetzt werden.

Man erkennt aus der Ausbildung der Membran 36, daß diese bei entsprechender Druckbeaufschlagung der Kammern MK1 bis MK7 einen relativ großen Hub ausführen kann aufgrund der Ausbildung der eingespannten Faltenbälge 114a und des Faltenbalgrandes 114. Die einzelnen Ringkammern MK1 bis MK7 sind voneinander separiert und über das Verteilkanalsystem mit den Schaltventilen 44 (Fig. 1) bzw. 108 (Fig. 8) verbunden. Sowohl die Drucksensoren 98 als auch die Schaltventile 108 sind nicht mit Leitungen verbunden, sondern werden durch unmittelbare Verbindung mit dem Verteilkanalsystem der Platten 90, 100 bzw. einer entsprechenden Bohrung im Zapfen 82 an die Leitungen oder Kanälen 46, 64 (Fig. 1) in der Spindel 22 angeschlossen.

Wird der Rückhaltering 32, wie in Fig. 11 gezeigt, mit Hilfe einer Schraube 156 mit dem Haltering 26 verschraubt, ist für den Ausbau der unteren Platte 88 nicht einmal das Lösen des Halterings 26 erforderlich. Auch der Rückhaltering 32 ist Verschleißteil und kann daher auf einfache Weise ausgewechselt werden.

## 22.

In Fig. 6 ist zu erkennen, daß jeweils zwei Kabel 160, 162 über entsprechende Anschlüsse und Durchführungen mit dem Deckenabschnitt 14 des Halters 10 verbunden sind, wobei einzelne Drähte mit dem Stator 58 und seinen Bürsten verbunden sind für die Ansteuerung der Schaltventile 44 bzw. 108 und die Übertragung der Signale von den Drucksensoren 64 bzw. 98. Hierauf soll jedoch im einzelnen nicht mehr eingegangen werden.

Aus den Fign. 6, 7 und 9 ist auch ersichtlich, daß der Halter 10 durch eine geeignete Schraubverbindung mit der Spindel 22 verbunden werden kann. So kann z. B. ein anderer Halter mit der Spindel 22 verbunden werden, oder ein einfaches Lösen des Halters 10 ermöglicht Prüfungs- und Wartungsarbeiten, falls erforderlich. Es versteht sich, daß das entsprechende Anschlußende des Zapfens 82 und der Spindel 22 so ausgebildet ist, daß der Halter 10 in der richtigen Drehlage an die Spindel 22 angeschraubt wird, damit die drei Kanäle 46, 64, 70 mit entsprechenden Bohrungen des Zapfens 82 ausgerichtet sind. Wie schon erwähnt, sind die Bohrungen im Zapfen 82 mit dem Verteilkanalsystem der Platten 90, 100 verbunden, so daß die Kanäle in der Spindel 22 mit den Schaltventilen 44 bzw. 108 und mit den Drucksensoren 64 bzw. 98 verbunden sind. Das Verteilkanalsystem sorgt außerdem dafür, daß die Ausgänge der Schaltventile mit den einzelnen Ringkammern MK1 bis MK7 verbunden sind, damit der gewünschte Druck in diesen Kammern erzeugt wird und ein entsprechender Anpreßdruck der Membran 36 gegen den aufgenommenen Wafer 60 nach einem vorgegebenen Druckprofil in radialer Richtung. In Fig. 6 ist auch zu erkennen, daß eine mittige Bohrung 170 mit der mittigen Bohrung 110 der oberen Platte 100 ausgerichtet ist sowie mit der dazu ausgerichteten Bohrung 172 in der unteren Platte 88. Diese ist wiederum mit dem mittigen Loch 68 der Membran 36 ausgerichtet. Damit kann, wie schon erwähnt, die Anwesenheit eines Wafers 60 an der Unterseite der Membran 36 detektiert werden.

23.

Ansprüche:

1. Halter für flache Werkstücke, insbesondere Halbleiterwafer zum chemisch-mechanischen Polieren, der mit einer vertikalen Antriebsspindel (22) gekoppelt ist, mit
  - einem kreisförmigen Gehäuse, das einen Deckenabschnitt (14) und eine Seitenwand (12) aufweist,
  - einem Rückhaltering (26, 32), der zumindest den unteren Teil der Seitenwand (12) bildet,
  - einer Halteplatte (16) an der Unterseite des Gehäuses aus steifem Material, die mit der Spindel (22) gekoppelt und eine Ober- und eine Unterseite aufweist,
  - einer flexiblen, relativ dünnen Membran (36), die an der Unterseite der Halteplatte (16) angebracht ist und mit dieser mehr als drei ringförmige, konzentrisch zur Spindelachse angeordnete Kammern (MK1 bis MK6) bildet,
  - mindestens einem ersten Kanal (46) in der Antriebsspindel (22), der am oberen Ende mit einer geregelten Druckquelle oder mit Vakuum verbindbar und in das Gehäuse hineingeführt ist,
  - mehreren elektrisch steuerbaren Schaltventilen (44, 108) im Gehäuse, die mit dem ersten Kanal (46) und über Bohrungen in der Halteplatte (16) mit jeweils einer Kammer (MK1 bis MK6) verbunden sind und über elektrische Steuerleitungen und einen Drehübertrager (54) mit einer externen elektrischen Steuervorrichtung verbunden sind zur Erzeugung eines in radialer Richtung unterschiedlichen Druckprofils während des Polierprozesses.

24.

2. Halter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Halteplatte (16) ein Verteilkanalsystem aufweist und die Schaltventile (108) unmittelbar auf der Oberseite der Halteplatte (16) angebracht sind und in Verbindung mit dem Verteilkanalsystem stehen.
3. Halter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Gehäuse Drucksensoren (64, 98) angeordnet sind, die mit den Ringkammern (MK1 bis MK6) verbunden sind und deren Ausgang mittels einer Sensorleitung über den Drehübertrager (54) nach außerhalb geführt ist.
4. Halter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Deckenabschnitt (14) stationär ist, während der übrige Teil des Gehäuses mit der Spindel (22) rotiert, an der Unterseite des Deckenabschnitts (14) ein Stator (58) einer Schleifringanordnung (54) angebracht ist, an einem die Halteplatte (16) mit der Antriebsspindel (22) verbindenden Zapfen (82) an der Außenseite den ringförmigen Rotor (56) einer Schleifringanordnung (54) hält, deren Schleifringe mit Steuerleitungen der Schaltventile (44 bzw. 108) bzw. Signalausgängen der Drucksensoren (64 bzw. 98) verbunden sind.
5. Halter für flache Werkstücke, insbesondere Halbleiterwafer zum chemisch-mechanischen Polieren, der mit einer vertikalen Antriebsspindel (22) gekoppelt ist, mit
  - einem kreisförmigen Gehäuse, das einen Deckenabschnitt (14) und eine ringförmige Seitenwand (12) aufweist,
  - einem Rückhaltering, der den unteren Teil der Seitenwand (12) bildet,



25.

- einer Halteplatte (16) an der Unterseite des Gehäuses aus steifem Material, die mit der Spindel (22) gekoppelt ist und eine Ober- und eine Unterseite aufweist,
  - einer flexiblen, relativ dünnen Membran (36), die an der Unterseite der Halteplatte (16) angebracht ist und mit dieser mehrere ringförmige konzentrisch zur Spindelachse angeordnete Kammer (MK1 bis MK6) bildet,
  - einer Druckverteilvorrichtung, die wahlweise mit einer regelbaren Fluidquelle unter Druck oder mit Vakuum und mit den Ringkammern (MK1 bis MK6) verbunden ist und die die Höhe des Drucks in den einzelnen Ringkammern (MK1 bis MK6) steuert, wobei
  - die Membran (36) zumindest im Bereich der Kammern (MK1 bis MK6) undurchlässig ist und
  - die Unterseite der Halteplatte (16) konkave flache ringförmige Vertiefungen (34) aufweist, die die Kammern (MK1 bis MK6) begrenzen derart, daß über den Druck in den Kammern (MK1 bis MK6) in radialer Richtung ein unterschiedliches Druckprofil für den Polierprozeß und über Vakuum in wenigstens einer Kammer (MK1 bis MK6) ein Saugeffekt auf das aufgenommene Werkstück erzeugt wird.
6. Halter für Halbleiterwafer zum chemisch-mechanischen Polieren auf einem ein Poliertuch aufweisenden Polierteller, der mit einer vertikalen Antriebsspindel (22) gekoppelt ist
- mit einem kreisförmigen Gehäuse, das einen Deckenabschnitt (14) und eine ringförmige Seitenwand (12) aufweist,
  - einem Rückhaltering (26, 32), der den unteren Teil der Seitenwand bildet und einen unteren radialen ringförmigen Abschnitt aufweist, dessen Innendurchmesser den Durchmesser des aufgenommenen Wafers (60)

26.

begrenzt, wobei der Haltering (26, 32) mittels eines ringförmigen, mit einer Fluidquelle unter Druck verbindbaren Balges (28) im Gehäuse relativ zur Halteplatte (16) vertikal verstellbar ist,

- einer Halteplatte (16) an der Unterseite des Gehäuses aus steifem Material, die mit der Spindel (22) gekoppelt ist und eine Ober- und eine Unterseite aufweist,
- einer flexiblen, relativ dünnen Membran (36), die an der Unterseite der Halteplatte (16) angebracht ist und mit dieser mehrere ringförmige konzentrisch zur Spindelachse angeordnete Kammern (MK1 bis MK6) bildet,
- einer Druckverteilvorrichtung, die mit der regelbaren Fluidquelle unter Druck oder mit Vakuum und mit den Ringkammern (MK1 bis MK6) verbunden ist und mittels der die Höhe des Drucks in den einzelnen Ringkammern (MK1 bis MK6) gesteuert wird, wobei
- der Außendurchmesser der Membran (36) größer ist als der Innendurchmesser des radialen Abschnitts des Halterings (26, 32) und eine radial äußere Druckkammer (MK7) zwischen den Randbereichen von Membran (36) und Halteplatte (16) gebildet ist, die entweder auf den radialen Abschnitt des Halterings (32) oder auf einen separaten Ring wirkt, wodurch abhängig vom Druck in der äußeren Ringkammer (MK7) ein Druck unmittelbar auf das Poliertuch (76) radial außerhalb des Wafers (60) erzeugt werden kann.

7. Halter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (36) an der Oberseite mehrere ringförmige, zur Spindelachse konzentrische Faltenbälge (141, 114a) aufweist, die an der Unterseite der Halteplatte (16) festgelegt sind und zur Erzielung einer wegunabhängigen

27.

Drucksteuerung einen Hub der Membran (36) beim Druck in den Ringkammern (MK1 bis MK7) zulassen.

8. Halter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (36) an der Oberseite konzentrisch zur Spindelachse angeordnete ringförmige hohle Erhebungen aufweist, die an der Oberseite einen ringförmigen Schlitz haben und die von ringförmigen Ausnehmungen an der Unterseite der Halteplatte (16) aufgenommen sind, die Erhebungen Klemmringe (122, 134, 136) aufnehmen, die einen nach oben aufweisenden Ansatz haben, der sich durch den Schlitz erstreckt und mittels Schrauben an der Halteplatte (16) gegen den Boden der ringförmigen Ausnehmung (120) gezogen werden, um die Erhebungen klemmend festzulegen und die ringförmigen Schlitz abzdichten und die Klemmringe mindestens einen vertikalen Kanal (126) aufweisen, der mit der Druckverteilvorrichtung verbunden ist, wobei das Innere der Erhebungen erste Ringkammern bildet und zwischen benachbarten Erhebungen zweite Ringkammern gebildet sind, die über vertikale Bohrungen (140) in der Halteplatte (16) ebenfalls mit der Druckverteilvorrichtung verbunden sind.
9. Halter nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Erhebungen von den Faltenbälgen (114a) gebildet sind, die zur Erzielung einer wegunabhängigen Drucksteuerung einen relativ großen Hub der Membran (36) ermöglichen, wenn die Ringkammern (MK1 bis MK7) unter Druck gesetzt werden.
10. Halter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Halteplatte (16) aus drei übereinander angeordneten Einzelplatten (88, 90, 100) besteht, wobei die Membran (36) an der unteren Platte (88) befestigt ist und die mittlere und die obere Platte (90, 100) zwischen sich ein Verteilkanalsystem bilden, das mit einzelnen Ringkammern (MK1 bis MK7) der Membran

28.

verbunden ist und über vertikale Bohrungen in der oberen Einzelplatte (100) mit dem Druckverteilsystem bzw. den Schaltventilen (44, 108) verbunden ist.

11. Halter nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß obere und mittlere Einzelplatte (90, 100) mit einem mit der Spindel verbundenen Zapfen (82) durch eine Schraubverbindung verbunden sind und die untere Einzelplatte (88) mit einem auf der oberen Einzelplatte (100) sitzenden Block (96) verschraubt und separat mit aufgenommener Membran (36) lösbar ist.
12. Halter nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Rückhaltering einen ringzylindrischen Abschnitt (26) aufweist, der über eine seitliche Schraubverbindung (152) mit dem Halter (10) verbunden ist und einen an die Unterseite angeschraubten Ringabschnitt (32) aufweist, der radial nach innen weist.
13. Halter nach Anspruch 3 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Drucksensoren (98) an mindestens einem Block (96) angebracht sind und über Kanäle im Block (96) und in der Halteplatte (16) mit den Ringkammern (MK1 bis MK7) in Verbindung stehen.
14. Halter nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingänge der Schaltventile (44 bzw. 108) über Kanäle in der Halteplatte (16) und über eine vertikale Bohrung im Zapfen (82) mit dem Kanal (46) in der Spindel (22) verbunden sind.
15. Halter nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (36) mittig ein Loch (68) aufweist, das über eine Bohrung (172, 110) in der Halteplatte (16) mit einem weiteren Kanal (70) in der Spindel (22)

29.

verbunden ist, wobei der weitere Kanal (70) wahlweise mit einer Druck- oder Vakuumquelle verbindbar ist.

16. Verfahren zur Aufnahme eines Wafers aus seiner Aufnahmeposition mit einem Halter nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

der Halter wird auf dem Wafer abgesenkt,  
die mittlere Kammer (MK1) wird mit einem Fluid unter Druck gefüllt, bis ein vorgegebener Druck erreicht worden ist,  
die Schaltventile (44) werden nacheinander so angesteuert, daß die Kammern (MK2 bis MK6) nach und nach von innen nach außen mit Fluid unter Druck befüllt werden,  
anschließend werden alle Kammern (MK1 bis MK6) drucklos geschaltet,  
danach werden die Kammern (MK1 bis MK6) von innen nach außen an Vakuum gelegt und  
nach einer vorgegebenen Verzögerungszeit hebt der Halter den Wafer von der Aufnahmeposition ab.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Membran ein Loch nach Anspruch 15 aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst das Loch (68) an Vakuum gelegt wird, bevor das Vakuum an die Kammern (MK1 bis MK6) gelegt wird.

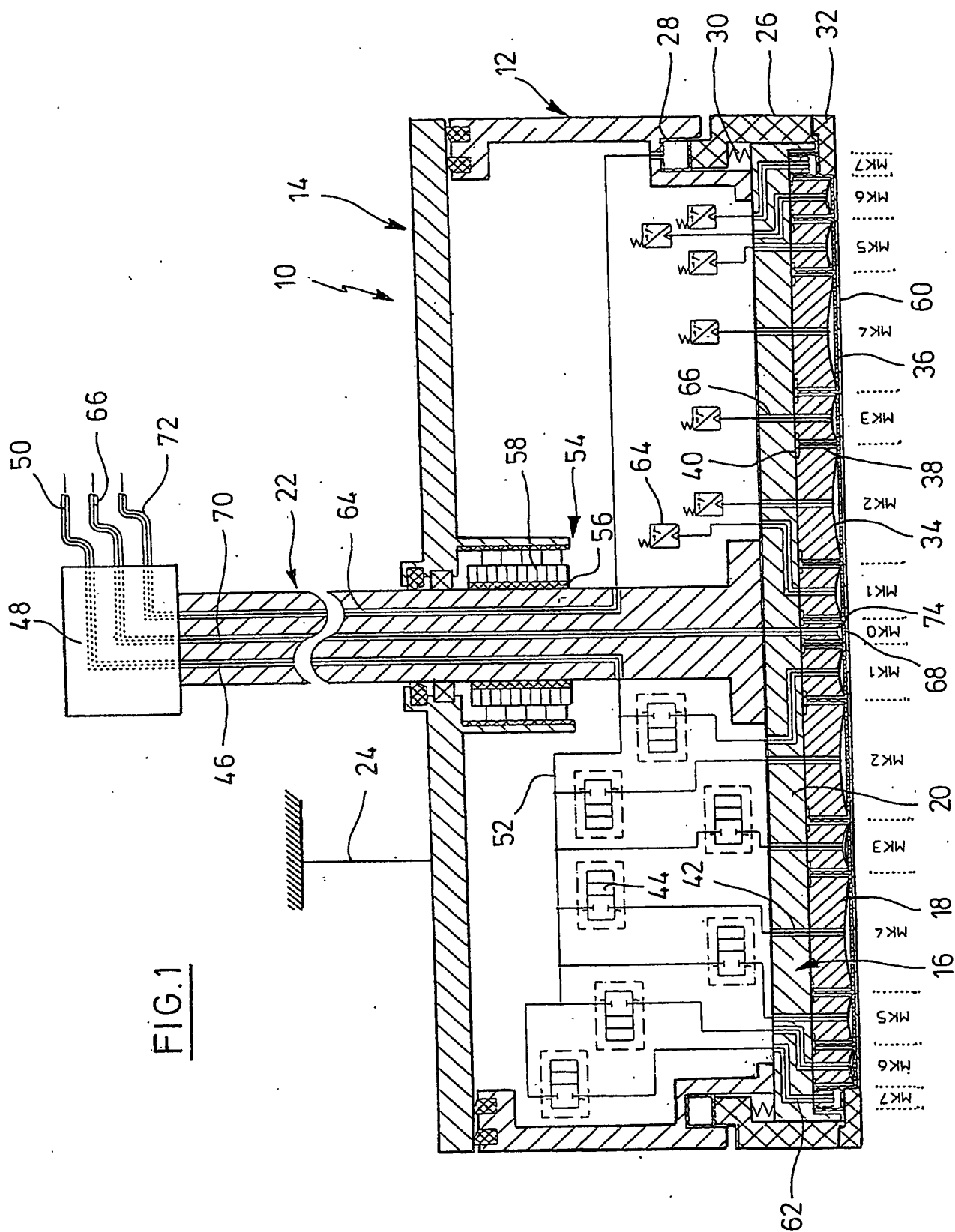


FIG. 1

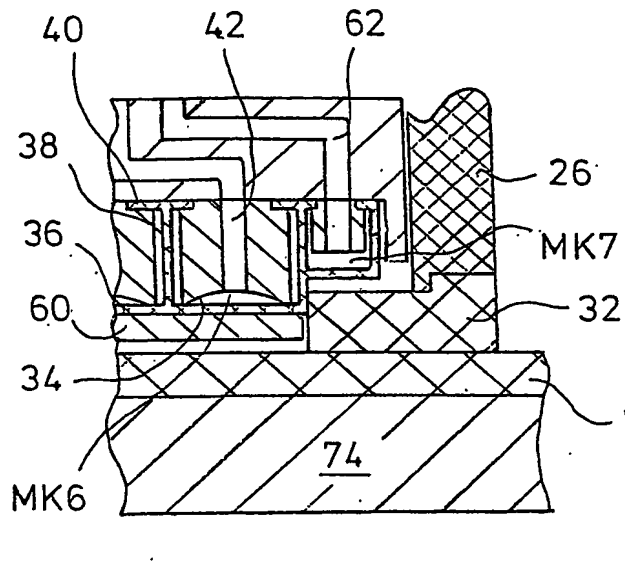


FIG. 2

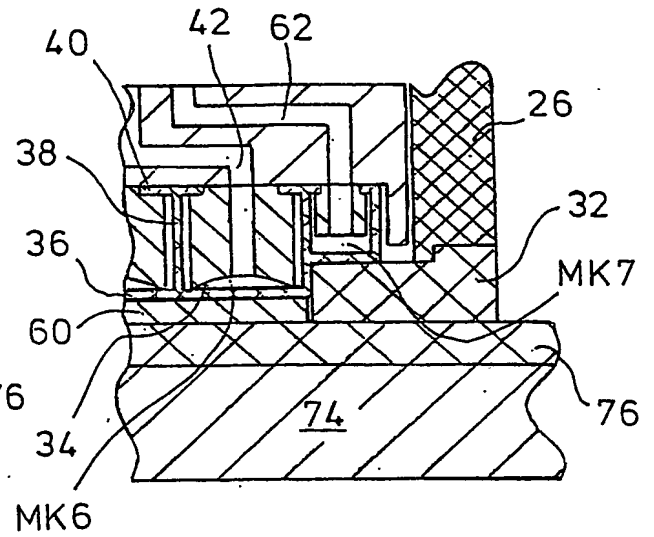


FIG. 3

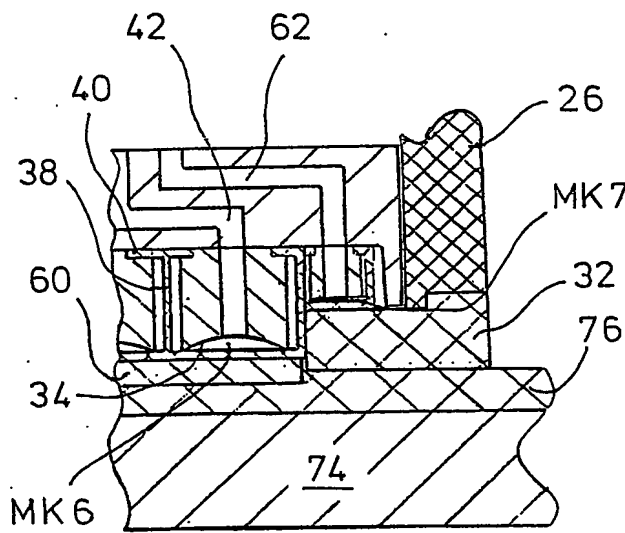


FIG. 4

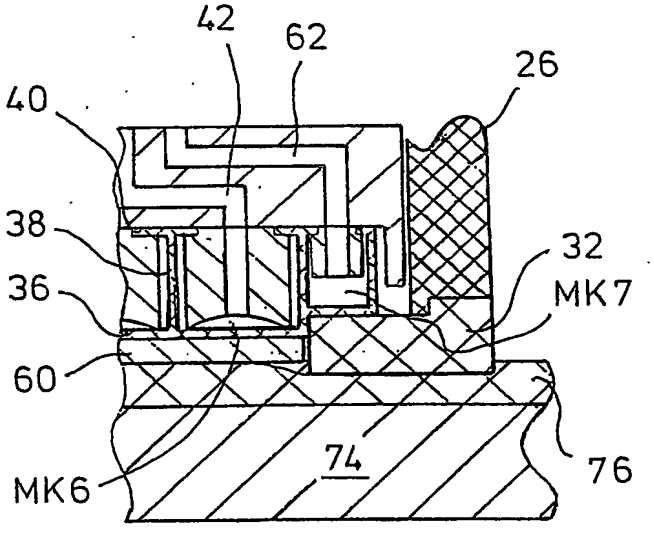


FIG. 5

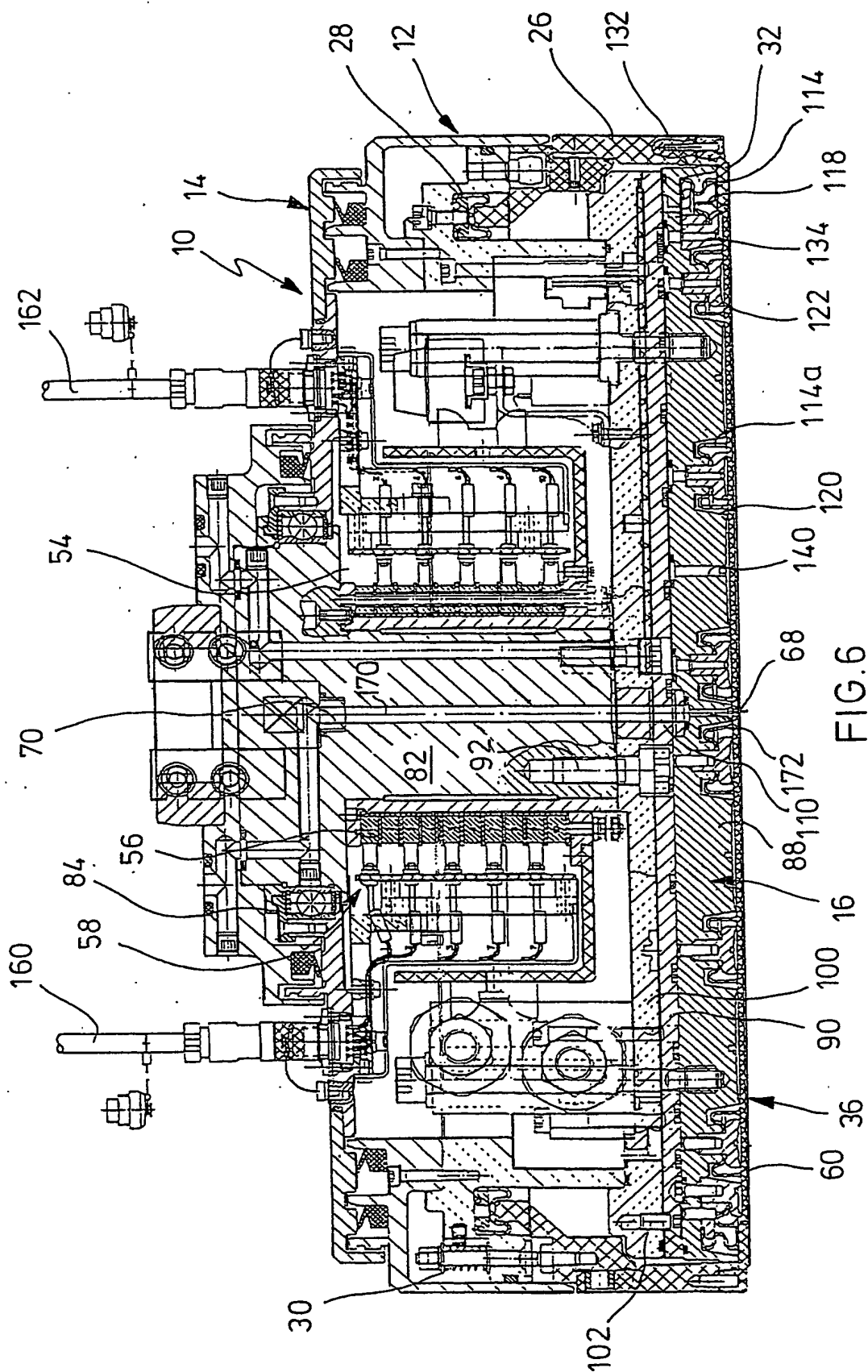
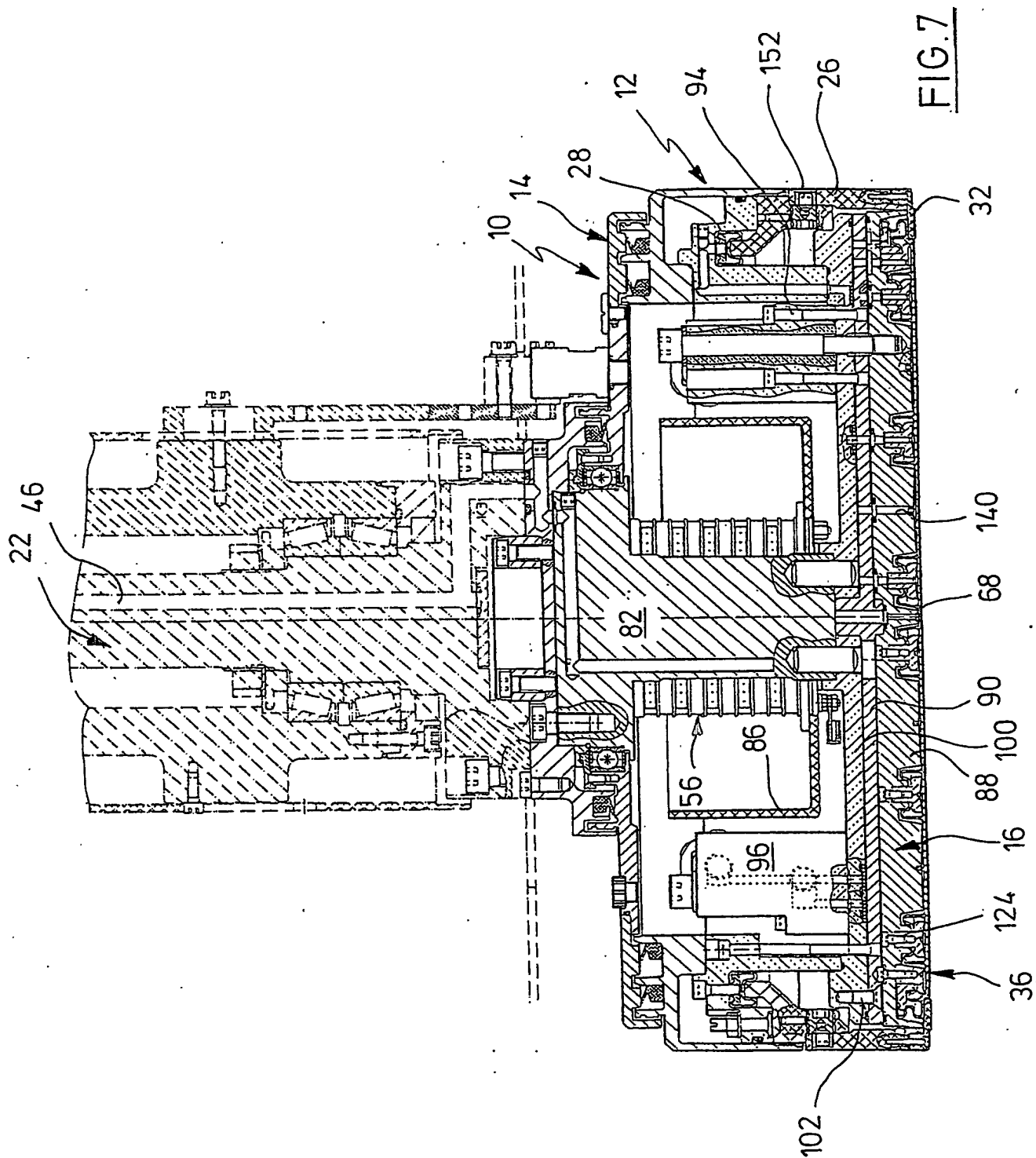
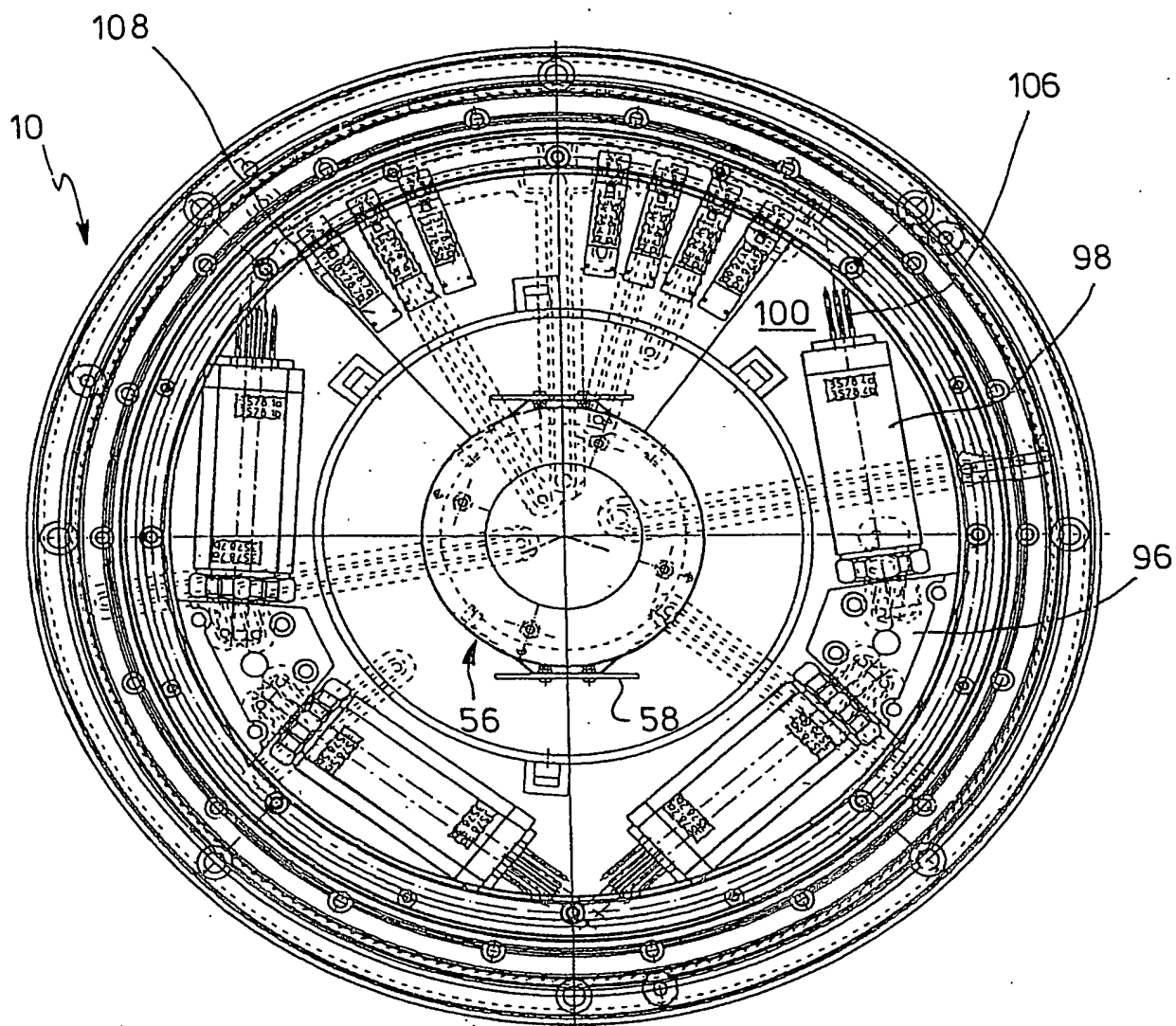


FIG. 6





FIG. 8

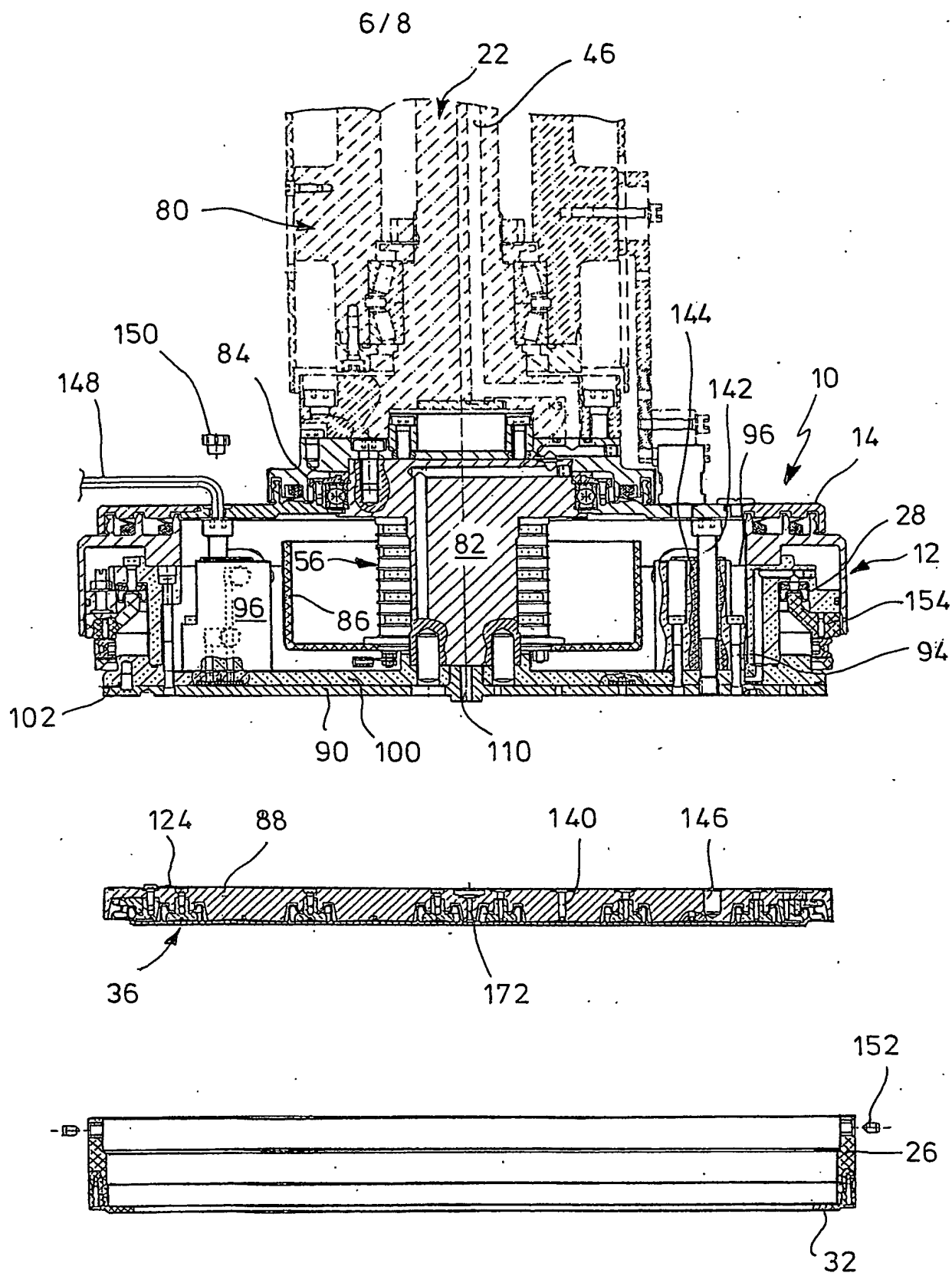


FIG. 9

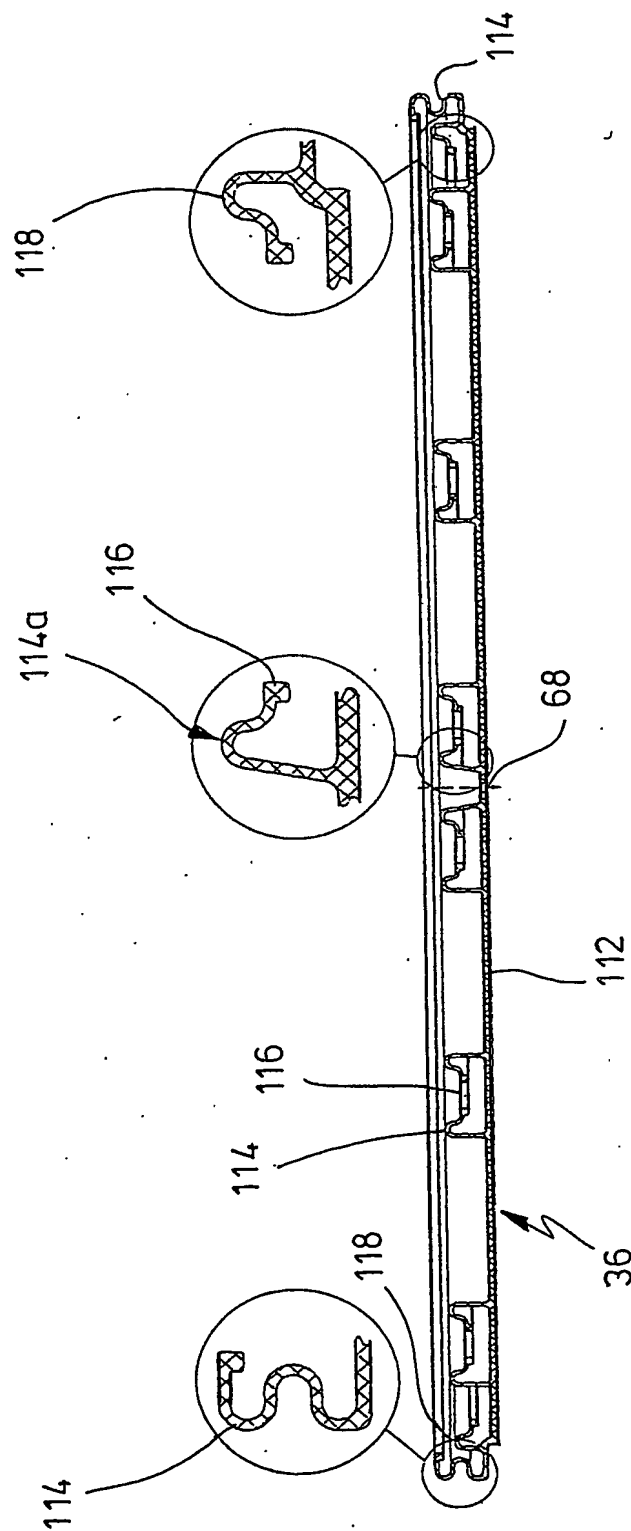


FIG.10

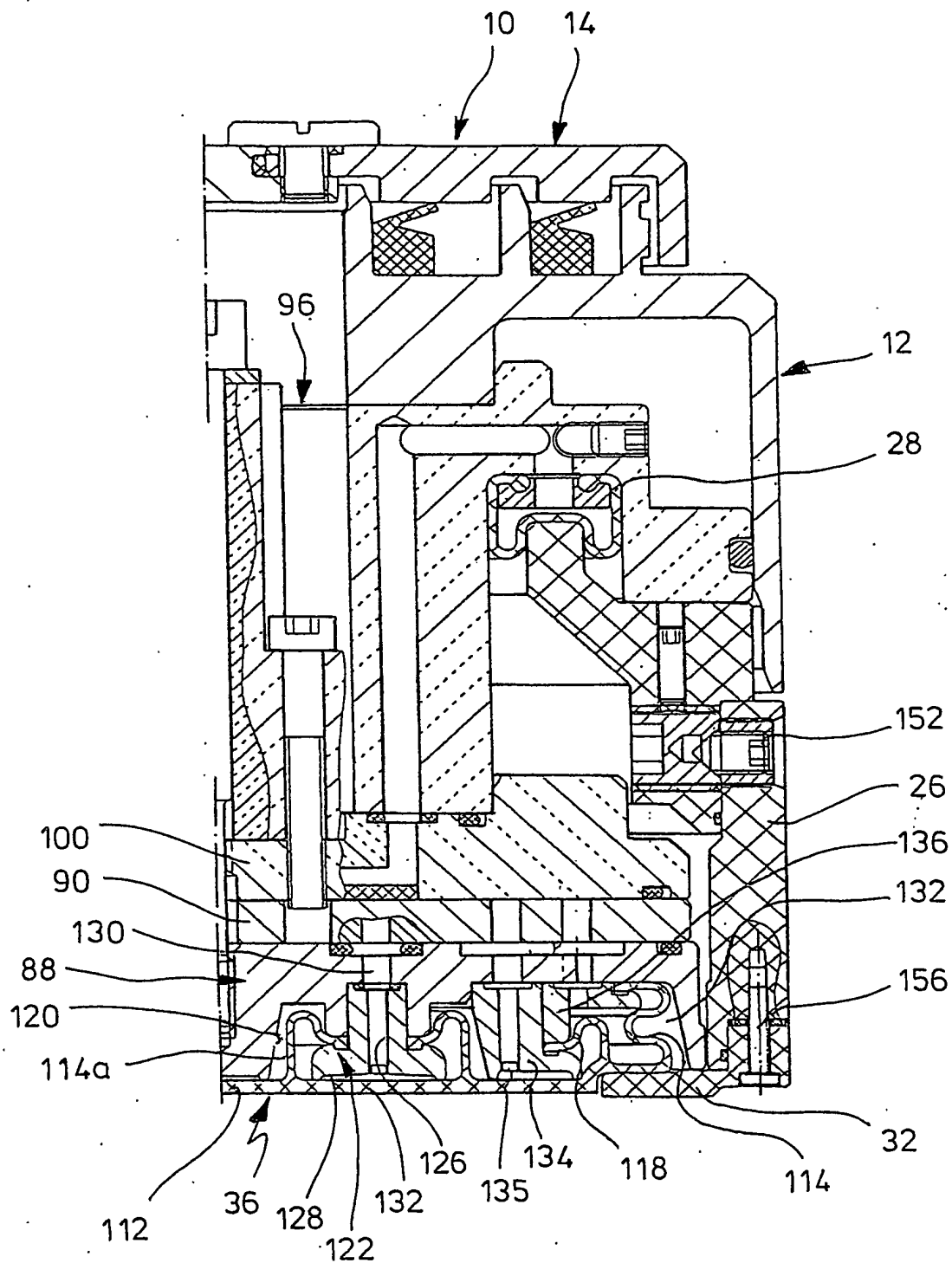


FIG.11

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/07376

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 B24B37/04 B24B41/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 B24B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 197 292 A (EBARA CORP) 17 April 2002 (2002-04-17) paragraph '0054! paragraph '0085!; figures -----	1,5,6,16
A	EP 1 177 859 A (EBARA CORP) 6 February 2002 (2002-02-06) paragraph '0033!; figures -----	1,5,6,16
A	DE 197 55 975 A (WOLTERS PETER WERKZEUGMASCH) 17 June 1999 (1999-06-17) cited in the application abstract -----	1,5,6,16
A	DE 100 62 497 A (PETER WOLTERS CMP SYSTEME GMBH) 27 June 2002 (2002-06-27) cited in the application abstract -----	1,5,6,16
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 March 2004

Date of mailing of the international search report

29/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Garella, M

Post Available Copy

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/07376

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 964 653 A (PERLOV ILYA ET AL) 12 October 1999 (1999-10-12) cited in the application abstract	1,5,6,16
A	WO 02/04172 A (APPLIED MATERIALS INC) 17 January 2002 (2002-01-17) cited in the application abstract	1,5,6,16

Post Available Copy

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/07376

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1197292	A	17-04-2002	JP 2002187060 A EP 1197292 A2 SG 97201 A1 US 2002042246 A1 TW 546185 B	02-07-2002 17-04-2002 18-07-2003 11-04-2002 11-08-2003
EP 1177859	A	06-02-2002	JP 2002096261 A EP 1177859 A2 JP 2002113653 A TW 516991 B US 2002017365 A1	02-04-2002 06-02-2002 16-04-2002 11-01-2003 14-02-2002
DE 19755975	A	17-06-1999	DE 19755975 A1 JP 11262856 A US 6093091 A	17-06-1999 28-09-1999 25-07-2000
DE 10062497	A	27-06-2002	DE 10062497 A1 US 2002074478 A1	27-06-2002 20-06-2002
US 5964653	A	12-10-1999	JP 2001509440 T TW 379380 B WO 9902304 A1 US 2003022609 A1 US 6106378 A US 6277010 B1 US 2001041526 A1	24-07-2001 11-01-2000 21-01-1999 30-01-2003 22-08-2000 21-08-2001 15-11-2001
WO 0204172	A	17-01-2002	US 2002039879 A1 TW 494048 B WO 0204172 A2	04-04-2002 11-07-2002 17-01-2002



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/07376

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B24B37/04 B24B41/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B24B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 197 292 A (EBARA CORP) 17. April 2002 (2002-04-17) Absatz '0054! Absatz '0085!; Abbildungen	1,5,6,16
A	EP 1 177 859 A (EBARA CORP) 6. Februar 2002 (2002-02-06) Absatz '0033!; Abbildungen	1,5,6,16
A	DE 197 55 975 A (WOLTERS PETER WERKZEUGMASCH) 17. Juni 1999 (1999-06-17) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1,5,6,16
A	DE 100 62 497 A (PETER WOLTERS CMP SYSTEME GMBH) 27. Juni 2002 (2002-06-27) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1,5,6,16
-/-		



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. März 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/03/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Garella, M

Post Avocado Corp

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/07376

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 964 653 A (PERLOV ILYA ET AL) 12. Oktober 1999 (1999-10-12) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1,5,6,16
A	WO 02/04172 A (APPLIED MATERIALS INC) 17. Januar 2002 (2002-01-17) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1,5,6,16

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/07376

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1197292 A	17-04-2002	JP 2002187060 A EP 1197292 A2 SG 97201 A1 US 2002042246 A1 TW 546185 B	02-07-2002 17-04-2002 18-07-2003 11-04-2002 11-08-2003
EP 1177859 A	06-02-2002	JP 2002096261 A EP 1177859 A2 JP 2002113653 A TW 516991 B US 2002017365 A1	02-04-2002 06-02-2002 16-04-2002 11-01-2003 14-02-2002
DE 19755975 A	17-06-1999	DE 19755975 A1 JP 11262856 A US 6093091 A	17-06-1999 28-09-1999 25-07-2000
DE 10062497 A	27-06-2002	DE 10062497 A1 US 2002074478 A1	27-06-2002 20-06-2002
US 5964653 A	12-10-1999	JP 2001509440 T TW 379380 B WO 9902304 A1 US 2003022609 A1 US 6106378 A US 6277010 B1 US 2001041526 A1	24-07-2001 11-01-2000 21-01-1999 30-01-2003 22-08-2000 21-08-2001 15-11-2001
WO 0204172 A	17-01-2002	US 2002039879 A1 TW 494048 B WO 0204172 A2	04-04-2002 11-07-2002 17-01-2002